

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2017.02.024

# 浅谈民用飞机客舱顶部行李箱的设计

## Design of Overhead Stowage Bin for Civil Aircraft

杨五一 / YANG Wuyi

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

(Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China)

### 摘要:

首先从飞机总体设计要求出发,介绍了民用飞机客舱顶部行李箱的设计要求、设计原则和设计内容,并结合成熟机型的典型设计和笔者多年的从业经验,重点讨论了在设计过程中需要注意的问题和解决方法。最后,通过梳理顶部行李箱适用的适航条款要求,有针对性地提出适航验证依据和方法。为民用飞机客舱顶部行李箱的设计提供了重要思路和参考价值。

**关键词:**民用飞机;客舱;顶部行李箱

**中图分类号:**V223+.2

**文献标识码:**A

[Abstract] This article presents the requirements, principles and contents of overhead stowage bin for civil aircraft. With the designs of special aircraft in market and author's experience, the design problems and solutions were discussed. Based on the CAAR's requirements, the contents and ways of validation are presented. The article has main reference value to the design and validation of overhead stowage bin for civil aircraft.

[Keywords] civil aircraft; cabin; overhead stowage bin

## 0 引言

虽然我国在民用飞机领域起步较早,从早期的运7飞机到现在已交付运营的ARJ21支线飞机,也积累了一定的经验,但主要体现在飞机的总体集成和结构设计方面。在客舱设备和装饰设计领域,尤其是行李箱设计方面,仍存在知识结构分散、经验匮乏的现实情况。因此,梳理和总结现有知识结构,借鉴市场成熟机型的经验,探讨在设计过程中出现的问题和解决方法,并结合适航条款归纳行李箱的适航要求和验证方法,成为民用飞机客舱设计领域很有意义的工作。

## 1 行李箱概述

行李箱的主要功能是用于存放旅客随身携带的物品。此外,根据客舱总体布置的需要,为部分应急设备提供放置空间。行李箱位于飞机的主客舱,布置在旅客座椅上部、客舱过道两侧。对于双通道飞机来说,还布置有有中间行李箱。

## 2 飞机总体设计要求

一般来说,飞机顶层总体技术类文件如总体设计要求、客舱剖面图、客舱布置图等往往会对客舱提出一些诸如客舱内形线、行李箱容积和重量分配等指标要求。

行李箱在设计时应考虑以下总体设计要求:

1) 行李箱的设计应满足客舱剖面图中定义的客舱入座高度、过道上部左右侧的行李箱门间距(箱门关闭状态)等要求;

2) 行李箱的设计必须将重量严格控制在飞机总体分配指标内;

3) 行李箱的设计应满足飞机总体技术文件中关于每客容积的要求。

## 3 行李箱的设计原则

行李箱的设计在满足适航要求和飞机总体设计要求前提下,应遵循以下设计原则:

### 3.1 安全性

1) 行李箱门打开后不能影响客舱应急撤离

通道；

2) 根据 CCAR25. 1561 的要求, 应在行李箱上设置提示标记以确保飞机在起飞、滑行和着陆时行李箱门处于关闭和锁好状态。

### 3.2 舒适性

1) 行李箱应确保箱门使用时方便开启和关闭, 并且门在运动的过程中能够保持平缓 and 顺畅, 以免对乘客造成伤害；

2) 行李箱的设计应满足客舱整体工业设计风格。无论是外观造型上, 还是材质、纹理和色彩的选用(表面贴膜或喷漆)上, 应与客舱内其它设备和装饰协调一致；

3) 设计时应充分考虑人机功效的要求, 行李箱门的开启方式和开启力度、门把手的高度等都会影响乘客使用的舒适性。

### 3.3 维护性

1) 行李箱的设计应使其在飞机结构上便于安装和拆卸, 并尽量减少或避免对周边设备的影响；

2) 如果行李箱不可避免地对安装在其后不可见的其他机载设备(电源盒、环控管路搭接处、客舱线缆等)造成安装和维护影响, 设计时应考虑在行李箱合适的位置上设置拆装和维护口盖；

3) 行李箱的设计应考虑标准化、互换性的要求。

## 4 行李箱的设计内容

### 4.1 结构设计

行李箱的结构形式一般为封闭的箱体结构, 此结构由箱体和箱门组成, 箱体和箱门之间通过铰链机构连接。图 1 为行李箱的典型结构形式。

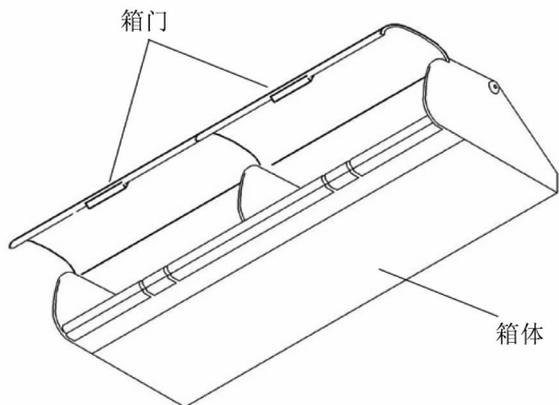


图 1 行李箱典型结构形式

行李箱结构设计注意以下几个方面：

1) 行李箱的长度可根据客舱布置的需要进行设计。考虑到维护性因素, 并且为了满足客舱布置快速更改的需要, 行李箱长度一般为飞机框距的整数倍。

2) 为了减少安装构型和节约研制成本, 每个行李箱的长度应尽量保持一致。

3) 当单个行李箱较长时, 可设置两个箱门, 并且根据需要在箱体内设置隔板, 以免过多行李之间互相碰撞。

4) 在装有应急设备的行李箱内, 应按需根据要求增加隔板, 以免其它行李和物品在碰撞中损坏应急设备。

### 4.2 连接设计

考虑到行李箱的受载情况, 一般应至少通过飞机航向、侧向和垂向三个方向将行李箱与飞机结构连接, 分别承受航向、侧向和垂向的载荷。图 2 所示为行李箱的典型连接设计。

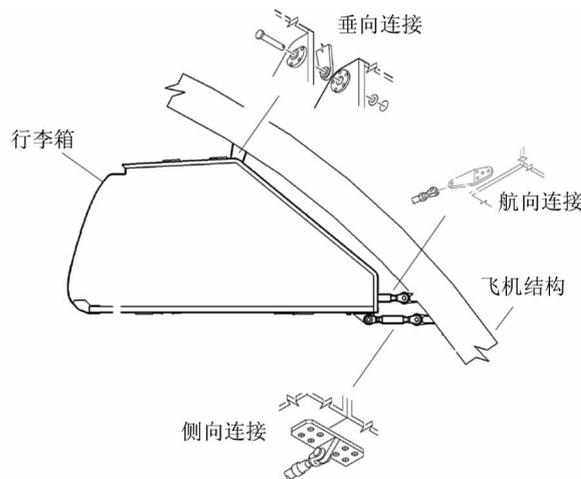


图 2 行李箱的典型连接形式

行李箱连接设计应注意以下几个方面：

1) 应能确保行李箱载荷能够合理、有效地传递到飞机结构上；

2) 应考虑维护性要求, 连接形式简单可靠, 便于拆装；

3) 考虑减震降噪需求, 比如可以在接头与接头之间、接头与行李箱箱体之间设置具有减震功能的衬套；

4) 连接设计应考虑安装设计补偿, 此种补偿措施能使行李箱在安装后可以微调以消除在安装过程中的偏差, 接头连接孔通常设计成一字孔；

### 4.3 附件设计

行李箱的附件主要有门锁、箱门开启装置、扶手和装饰条等。扶手和装饰条较为简单,这里主要介绍一下门锁和箱门开启装置的设计。

**门锁:**门锁安装在行李箱门上,一般由门把手、扭簧和锁勾组成,通过转动门把手将锁舌从锁门(安装在行李箱箱体上)中脱离以打开行李箱门。门锁设计需注意的问题:

1) 门把手的设计应能保证机组和乘客无需较大力气便可打开;

2) 应在可见范围内提供警示标示,以使机组和乘客能方便地确认箱门的锁紧状态。

**箱门开启装置:**该装置主要为一个铰链形式,主要用于箱门在开启和关闭过程中的运动和开启状态的保持,同时起到连接箱体主结构和箱门的作用。图3为常见的箱门开启装置。

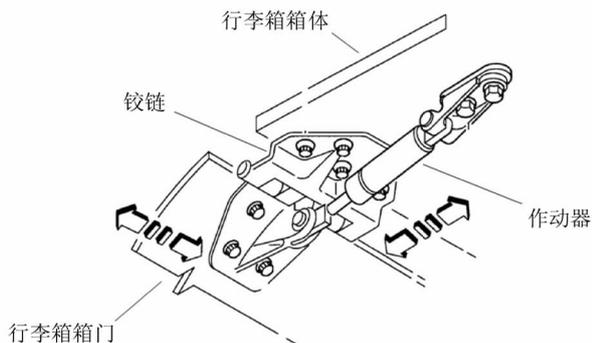


图3 常见的箱门开启装置

行李箱附件设计应注意的事项:

1) 为了提高安全性和可靠性,门锁一般应设计为双锁的形式。

2) 门锁尽可能进行防差错设计,以便机组或乘客能了解到门锁的锁紧状态。

3) 根据 25.785(j) 的要求,可按需在行李箱上靠近过道一侧设置扶手以保证飞机在颠簸时过道上机组人员和乘客能够稳住身体。扶手的高度应合适,安装牢靠,且易于抓握。

4) 前后两个行李箱之间、行李箱与前后其它设备之间的缝隙应设计装饰条以遮住缝隙。装饰条的安装应该简单可靠,色彩和外观应与行李箱和客舱环境相协调。

5) 除行李箱门外,对于暴露在客舱中、且易对机组和乘客产生造成潜在伤害的箱体表面,应进行软包覆。

### 4.4 接口设计

根据客舱布置的实际情况,如果行李箱与客舱内其它系统有安装关系,则需要在行李箱上为这些系统提供安装接口,这些系统通常包括旅客服务装置、空调系统、照明系统、分舱板和分舱门帘、娱乐系统、应急设备和座椅标牌等。

接口形式通常包括系统安装导轨、安装支架和操作空间等。接口的设计应充分考虑其它系统的安装要求,比如旅客服务装置、分舱板的航向位置调整需求。

### 4.5 材料选用

和客舱内饰其它设备和装饰基本相同,行李箱的设计在选材上主要考虑到以下两条原则:

1) 应满足 CCAR 25.853 及附录 F 有关阻燃、热释放和烟密度要求;

2) 应满足 HB5470 - 2014 所规定的毒性要求;

此外,材料选用时还应考虑易清洁、耐磨和加工工艺灯因素。

目前,市场主流飞机客舱行李箱的主结构一般使用蜂窝夹层结构的复合材料,典型的蜂窝夹层结构形式如图4所示。

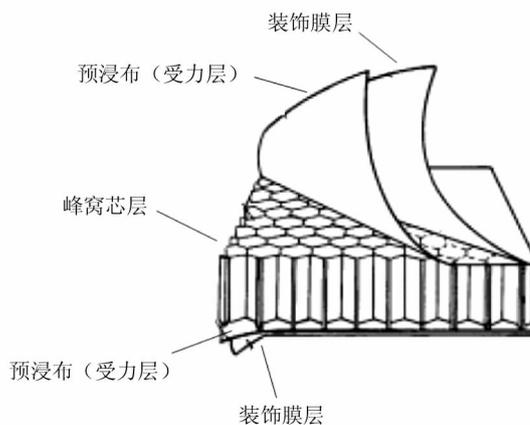


图4 典型蜂窝夹层结构

蜂窝夹层结构主要由蜂窝芯层(铝蜂窝、芳纶布蜂窝等)和两侧的预浸料(玻璃纤维、碳纤维等)组成,其中受力层可根据需要铺设2层或多层。作为客舱装饰的一部分,通常需要在表面覆贴装饰膜或喷涂装饰漆层以满足客舱外观效果的需要。

门锁和箱门开启机构一般可可选用金属材料。

## 5 适航要求和验证方法

### 5.1 适航要求

行李箱涉及的适航要求主要包括两个方面,即材料阻燃和结构强度要求,具体条款和主要内容如下:

1) CCAR25. 853 条款及附录 F 中规定的阻燃、热释放和烟密度要求及试验方法和程序;

2) HB5470 - 2014 中规定的毒性要求及试验程序;

3) CCAR25. 305、CCAR25. 561、CCAR25. 787 等条款中规定的载荷和固定要求。

### 5.2 验证方法

针对以上的适航要求,行李箱应主要通过以下三种方法进行验证以表明对条款的符合性。

#### 5.2.1 阻燃、热释放、烟密度和毒性试验

1) 根据 CCAR25. 853 (a) 规定的阻燃要求及附录 F 第 I 部分规定的试验件、试验设备、试验程序进行阻燃试验以表明行李箱所使用的材料满足阻燃要求,试验准则见表 1。

表 1 阻燃试验准则

试验类型	60"垂直燃烧	12"垂直燃烧	15"水平燃烧
燃烧时间	60"	12"	15"
平均燃烧率	/	/	2.5 in/min
自熄时间	≤15"	≤15"	/
平均烧焦长度	≤6 in(152mm)	≤8 in(203mm)	/
滴落物燃焰时间	≤3"	≤5"	/

2) 根据 CCAR25. 853 (d) 规定的热释放要求及附录 F 第 IV 部分规定的试验件、试验设备、试验程序进行热释放试验以表明行李箱所使用的材料满足热释放要求,试验准则见表 2。

3) 根据 CCAR25. 853 (d) 规定的烟密度要求及附录 F 第 V 部分规定试验方法进行烟密度试验以表明行李箱所使用的材料满足烟密度要求,见表 2。

表 2 热释放和烟密度试验准则

试验类型	热释放试验		烟密度试验
测量对象	总放热量平均值	峰值热量平均值	烟密度读数
评判准则	≤65kw min/m <sup>2</sup>	≤65kw/m <sup>2</sup>	≤200

4) 根据 HB5470 - 2014 中规定的毒性要求及试验程序进行毒性试验以表明材料满足毒性要求。毒性试验准则见表 3。

表 3 材料燃烧产生毒性气体含量平均值参考指标 (单位:ppm)

气体类型	氟化氢 HF	氯化氢 HCl	氰化氢 HCN	二氧化硫 SO <sub>2</sub>	一氧化碳 CO	氮氧化物 NO <sub>x</sub>
评判准则	100	150	150	100	3 500	100

#### 5.2.2 强度校核及静力试验

对于涉及 CCAR25 中强度方面的条款,如 CCAR25. 305、CCAR25. 561、CCAR25. 787 等,应采用强度校核、静力试验或两者相结合的方法进行验证。强度校核和静力试验的主要对象有:

- 1) 行李箱本体结构;
- 2) 行李箱与飞机结构连接的接头;
- 3) 接头与飞机结构连接所使用的紧固件;

此外,与行李箱连接的飞机局部结构也应进行强度校核和机上静力试验以确保行李箱的设计不会对飞机结构造成潜在的风险。强度校核和静力试验的输入主要包括材料和紧固件的力学性能、行李箱空载和满载时的质量、滥用载荷情况、飞机载荷包线和 CCAR25. 561 规定的应急着陆载荷等。在进行强度校核和静力试验时,可取其在客舱中最严酷的工况进行验证,无需对每一个行李箱单独进行校核和试验。

#### 5.2.3 寿命试验

为了验证行李箱的运动件(比如门锁、箱门开启装置等)在飞机寿命周期内的磨损和性能下降情况,需对这些运动件进行寿命试验。

寿命试验主要通过通过对行李箱的箱门开启和关闭进行一定的循环次数并记录门锁、箱门开启装置的磨损、变形情况以判断其是否满足设计要求。试验件通常安装在夹具上进行,试验设备一般包括门锁开启和关闭装置、计时器、测力器等。寿命试验的总循环次数通常根据飞机的设计寿命和行李箱的使用频率确定。此外,试验应分别对行李箱空载、半载和满载的情况进行,总循环次数为三种情况的总和。

## 6 结论

本文首先从飞机总体设计要求出发,介绍了民用飞机客舱顶部行李箱的设计输入。其次,分别从行李箱结构设计、连接设计、附件设计、接口

设计和材料选用等方面介绍了行李箱的设计原则和应该注意的问题。最后,结合适航要求,介绍了行李箱在适航取证方面需要进行的分析和试验验证工作。

民用飞机的设计和验证是一项复杂和长周期的工作,笔者结合自身经验和市场成熟机型的设计,通过本文抛砖引玉,以期为民用飞机客舱顶部行李箱的设计和验证提供重要思路和参考。

#### 参考文献:

[1] 中国民用航空总局. 中国民用航空规章第25部:运输类飞机适航标准[S]. 中国:中国民用航空总局,2011.

[2] 中国航空综合技术研究所. HB5470-2014,民用飞机舱内非金属材料燃烧性能要求[S]. 2014.

[3] 马绪章,等. 飞机设计手册第12册:民用飞机内部设施[M]. 北京:航空工业出版社,1998:211-240.

[4] 李枫. 浅谈民用飞机客舱内饰的工程设计[J]. 装备制造技术,2014,8:96-99.

[5] 张维方. 民用飞机舱内装饰与设备的适坠性研究[J]. 民用飞机设计与研究,2009,1:5-9.

#### 作者简介

杨五一 男,本科,工程师,主要研究方向:民用飞机内饰设计和研究;E-mail: yangwuyi@comac. cc